

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-163112

(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/20

H01L 27/12

H01L 29/786

H01L 21/336

(21)Application number : 08-324367

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 04.12.1996

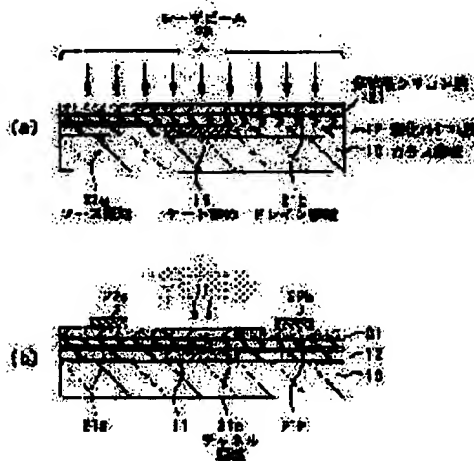
(72)Inventor : DARAM PAL GOSAIN  
JOHNATHAN WESTWATER  
NAKAKOSHI MIYAKO  
USUI SETSUO

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a semiconductor device where beams with an optimum energy can be emitted according to the structure of the ground and crystallization can be conducted uniformly all over the film when crystallizing an amorphous semiconductor film.

**SOLUTION:** A gate electrode 11 is formed on a glass substrate 10, and at the same time a transparent aluminum nitride film 12 is formed only at a region where no gate electrode 11 is formed. An amorphous silicon film is formed on the gate electrode 11 and the aluminum nitride film 12 via an insulation film, and an n-type impurity is introduced by plasma or ion doping to form a source region 21a and a drain region 21b. Then, when laser beams 20 are emitted from a substrate surface, the amorphous silicon film is melted, and then the melted region is crystallized to become a polycrystalline silicon film 21 by cooling to room temperature. In this case, since the aluminum nitride film 12 with improved heat conductivity is formed at a region where there is no metal film (the gate electrode 11), the maximum arrival temperature of a film surface becomes nearly uniform to uniformly crystallize the entire film.



(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/20  
27/12  
29/786  
21/336

H 0 1 L 21/20  
27/12  
29/78

R  
6 2 7 G

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平8-324367

(22)出願日 平成8年(1996)12月4日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 ダラム パル ゴサイン

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 ジョナサン ウエストウォータ

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 中越 美弥子

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 藤島 洋一郎

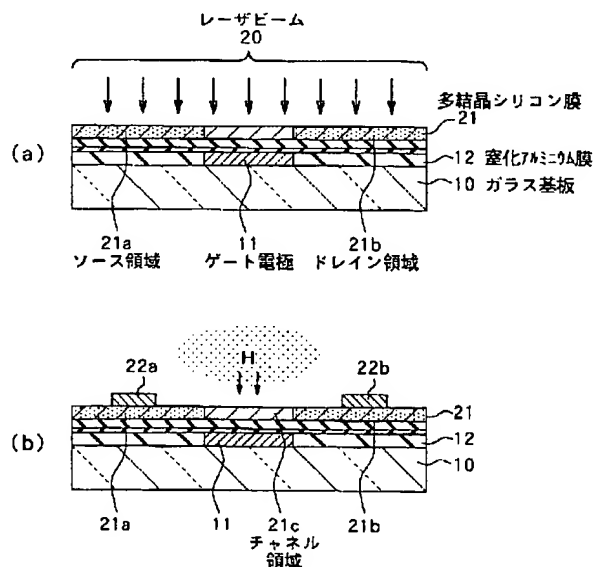
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 非晶質の半導体膜を結晶化する際に、下地の構造に応じて最適エネルギーのビームを照射することが可能であり、膜全体にわたって一様に結晶化することができる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 ガラス基板10上にゲート電極11を形成すると共にこのゲート電極11が形成されていない領域のみに透明の窒化アルミニウム膜12を形成する。これらゲート電極11および窒化アルミニウム膜12上に絶縁膜を介して非晶質シリコン膜を形成し、プラズマまたはイオンドーピングによりn型不純物を導入してソース領域21aおよびドレイン領域21bを形成する。続いて、基板表面からレーザービーム20を照射すると、非晶質シリコン膜16が熔融し、その後、室温に冷却することにより熔融領域が結晶化して多結晶シリコン膜21となる。ここで、金属膜(ゲート電極11)の無い領域に熱伝導率のよい窒化アルミニウム膜12が成膜されているので、膜表面の最高到達温度がほぼ同じになり、膜全体にわたって一様に結晶化を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に選択的に金属膜を形成する工程と、  
前記基板上の金属膜が形成されていない領域に前記金属膜と実質的に熱伝導率が同じ絶縁膜を形成する工程と、  
前記金属膜および前記絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、  
前記非晶質の半導体膜にエネルギービームを照射することにより前記半導体膜を一様に多結晶化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 基板上に絶縁膜を形成する工程と、  
前記絶縁膜上に前記絶縁膜と実質的に熱伝導率が同じ金属膜を選択的に形成する工程と、  
前記金属膜および前記絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、  
前記非晶質の半導体膜にエネルギービームを照射することにより前記半導体膜を一様に多結晶化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記非晶質の半導体膜はシリコン膜であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記エネルギービームはエキシマレーザによるビームであることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記絶縁膜の膜厚を前記金属膜の膜厚に応じて決定することを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 透明基板の表面に薄膜トランジスタのゲート電極としての金属膜を形成する工程と、  
前記透明基板上の前記金属膜以外の領域に前記金属膜と実質的に熱伝導率が同じ透明絶縁膜を形成する工程と、  
前記金属膜および透明絶縁膜上に絶縁膜を形成した後、この絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、  
前記半導体膜上の前記金属膜に対応する領域以外の領域に選択的に不純物を導入してソース領域およびドレイン領域をそれぞれ形成する工程と、  
前記ソース領域およびドレイン領域が形成された半導体膜にエネルギービームを照射して多結晶化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項7】 透明基板の表面に透明絶縁膜を形成する工程と、  
前記透明絶縁膜上に前記透明絶縁膜と実質的に熱伝導率が同じであり、薄膜トランジスタのゲート電極となる金属膜を選択的に形成する工程と、  
前記金属膜および透明絶縁膜上に絶縁膜を形成した後、この絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、  
前記半導体膜上の前記金属膜に対応する領域以外の領域に選択的に不純物を導入してソース領域およびドレイン

領域をそれぞれ形成する工程と、

前記ソース領域およびドレイン領域が形成された半導体膜にエネルギービームを照射して多結晶化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、非晶質シリコン等の半導体膜にエネルギービームを照射して結晶化を行うことにより成膜を行う半導体装置の製造方法に係り、特に液晶表示装置（LCD；Liquid Crystal Display）等に用いられる薄膜トランジスタ（TFT；Thin Film Transistor）のように結晶化の対象となる半導体膜の下地が一樣でない構造を有する半導体装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】TFT液晶表示装置は、スイッチング機能を持つ素子に薄膜トランジスタ（TFT）を用いるもので、このTFTは液晶ディスプレイ画素の1つ1つに対応してガラス基板上に形成される。TFTには非晶質シリコン膜製と多結晶シリコン膜製のものがあり、この多結晶シリコン膜製のTFTは、非晶質のシリコン膜に対してエネルギービーム、特にエキシマレーザを照射することにより、低温で、ガラス基板上に高性能なものを作製することができる。このような多結晶シリコン膜製のTFTを用いて、液晶ディスプレイの周辺回路とピクセルスイッチング素子を同一基板上に作製することができる。そして、近年、多結晶シリコン膜製のTFTのうち、特に、安定した特性が得られることから、ボトムゲート構造のTFTが注目されている。

【0003】このボトムゲート構造のTFTは例えば図14に示したような構成を有している。すなわち、ガラス基板100上にモリブデンタンタル（MoTa）からなるゲート電極101が形成され、このゲート電極101上に酸化膜（ $Ta_2O_5$ ）102が形成されている。この酸化膜102を含むガラス基板100上には窒化シリコン（ $SiNx$ ）膜103および二酸化シリコン（ $SiO_2$ ）膜104からなるゲート絶縁膜が形成され、更にこの二酸化シリコン膜104上に薄い多結晶シリコン膜105が形成されている。この多結晶シリコン膜105内には例えばn型不純物の導入によりソース領域105aおよびドレイン領域105bがそれぞれ形成されている。多結晶シリコン膜105上にはこの多結晶シリコン膜105のチャネル領域105cに対応して二酸化シリコン膜（ $SiO_2$ ）106が選択的に形成されている。多結晶シリコン膜105および二酸化シリコン膜106の上には $n^+$ ドーフト多結晶シリコン膜107、更にこの $n^+$ ドーフト多結晶シリコン膜107上にソース領域105aに対向してソース電極108、またドレイン領域105bに対向してドレイン電極109がそれぞれ形成されている。

【0004】このボトムゲート構造のTFTは、次のよ

うな方法により製造することができる。すなわち、ガラス基板100の全面にモリブデンタンタル(MoTa)膜を形成した後、このモリブデンタンタル膜をエッチングにより所定形状にパターニングしてゲート電極101を形成する。その後、ゲート電極101を陽極酸化させることによりその表面に酸化膜102を形成する。次に、PECVD(PlasmaEnhanced Chemical Vapor Deposition)法により、酸化膜102上の全面に窒化シリコン膜103、二酸化シリコン膜104および非晶質シリコン膜を連続的に形成する。

【0005】次に、この非晶質シリコン膜に例えばエキシマレーザによるレーザビームを照射することにより、この非晶質シリコン膜を一旦熔融させ、その後、室温に冷却して結晶化させる。これによって非晶質シリコン膜が多結晶シリコン膜105となる。続いて、チャネル領域となる部分の多結晶シリコン膜105上にチャネル領域に対応する形状の二酸化シリコン膜106を選択的に形成した後、n型不純物例えば燐(P)や砒素(As)を含んだ非晶質シリコン膜を形成し、再度エキシマレーザによるレーザビームの照射によってn<sup>+</sup>ドープ多結晶シリコン膜107とすると共に不純物を電気的に活性化させる。

【0006】次に、スパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いたスパッタリング法により全面にアルミニウム(Al)膜を形成した後、このアルミニウム膜およびn<sup>+</sup>ドープ多結晶シリコン膜107をそれぞれエッチングにより所定の形状にパターニングし、ソース領域105aおよびドレイン領域105b上にソース電極108およびドレイン領域109を形成する。続いて、水素にさらし二酸化シリコン膜106を通過する水素ラジカル、原子状水素によってチャネル領域105cを水素化することによってダングリングボンドなどを不活性化させる。以上のプロセスにより図14に示したボトムゲート構造のTFTを得ることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のように従来の方法では、非晶質シリコン膜を結晶化する工程において、非晶質シリコン膜に対してエネルギービームを照射するが、このとき非晶質シリコン膜の下地の構造は様ではない。すなわち、ガラス基板100上に金属膜(ゲート電極101)があり、非晶質シリコン膜の下地は金属とガラスの2種類の材質の異なる構造となっており、従来、それぞれの上の領域の非晶質シリコン膜に対して同時にエネルギービームを照射している。そして、この場合、金属膜(ゲート電極101)上のチャネル領域における非晶質シリコン膜の結晶化エネルギーの最適条件を基準とし、これと同じエネルギービームをガラス基板100上の非晶質シリコン膜にも照射していた。

【0008】しかしながら、同じ非晶質シリコン膜であっても、下地が金属の領域と下地がガラスの領域とで

は、熱伝導率が異なるため結晶化するためのエネルギーの最適値は異なる。そのため、金属膜(ゲート電極101)上の非晶質シリコン膜の最適条件に合わせた従来の方法では、ガラス基板100上の非晶質シリコン膜に対して最適条件よりも多くのエネルギービームが照射されることとなり、そのため部分的に膜破壊が生ずるという問題があった。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、非晶質の半導体膜を結晶化する際に、下地の構造に応じて最適エネルギーのビームを照射することが可能であり、膜全体にわたって一様に結晶化することができ、膜破壊の虞のない半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体装置の製造方法は、基板上に選択的に金属膜を形成する工程と、基板上の金属膜が形成されていない領域に金属膜と実質的に熱伝導率が同じ絶縁膜を形成する工程と、金属膜および絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、非晶質の半導体膜にエネルギービームを照射することにより半導体膜を一様に多結晶化する工程とを含むものである。

【0011】本発明に係る他の半導体装置の製造方法は、基板上に絶縁膜を形成する工程と、絶縁膜上に絶縁膜と実質的に熱伝導率が同じ金属膜を選択的に形成する工程と、金属膜および絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、非晶質の半導体膜にエネルギービームを照射することにより半導体膜を一様に多結晶化する工程とを含むものである。

【0012】本発明に係る更に他の半導体装置の製造方法は、透明基板の表面に薄膜トランジスタのゲート電極としての金属膜を形成する工程と、透明基板上の金属膜以外の領域に金属膜と実質的に熱伝導率が同じ透明絶縁膜を形成する工程と、金属膜および透明絶縁膜上に絶縁膜を形成した後、この絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、半導体膜上の金属膜に対応する領域以外の領域に選択的に不純物を導入してソース領域およびドレイン領域をそれぞれ形成する工程と、ソース領域およびドレイン領域が形成された半導体膜にエネルギービームを照射して多結晶化する工程とを含むものである。

【0013】本発明に係る更に他の半導体装置の製造方法は、透明基板の表面に透明絶縁膜を形成する工程と、透明絶縁膜上に透明絶縁膜と実質的に熱伝導率が同じであり、薄膜トランジスタのゲート電極となる金属膜を選択的に形成する工程と、金属膜および透明絶縁膜上に絶縁膜を形成した後、この絶縁膜上に非晶質で膜厚の均一な半導体膜を形成する工程と、半導体膜上の金属膜に対応する領域以外の領域に選択的に不純物を導入してソース領域およびドレイン領域をそれぞれ形成する工程と、

ソース領域およびドレイン領域が形成された半導体膜にエネルギービームを照射して多結晶化する工程とを含むものである。

【0014】なお、本明細書において、金属膜と絶縁膜（または透明絶縁膜）との熱伝導率が実質的に同じであるとは、これら金属膜と絶縁膜の上層に形成される非晶質半導体膜にエネルギービームを照射したときに膜全体にわたって一様に結晶化できる程度に熱伝導率が近似している場合も含む意である。

【0015】本発明の半導体装置の製造方法では、エネルギービームを照射すると、非晶質半導体膜が熔融し、その後、室温に冷却することにより熔融領域が結晶化して多結晶膜となる。このとき基板上の金属膜（ゲート電極）に隣接する領域または金属膜の下地領域に、金属膜と熱伝導率が実質的に同じ絶縁膜が成膜されているので、膜表面の最高到達温度がほぼ同じになり、膜全体にわたって一様に結晶化される。

【0016】

【実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0017】具体的な実施の形態の説明に先立ち、まず、本発明の基本的な原理について説明する。前述のように、同じ非晶質シリコン膜であっても、下地が金属の場合とガラスの場合とでは結晶化するためのエネルギーの最適値はそれぞれ異なる。本発明では下地構造において金属膜がない領域に熱伝導率がよい絶縁膜を成膜することにより、同じエネルギーのビーム照射で半導体膜の全面に渡って一様に結晶化できるようにするものである。以下、その理由について説明する。

【0018】図7(a)、(b)はシリコン膜の下地構造が互いに異なる基板の例を表している。図7(a)の構造は、ガラス基板60上にニッケル(Ni)膜61を形成し、その上に窒化シリコン(SiN)膜62、絶縁膜(SiO<sub>2</sub>)63および非晶質シリコン膜(a-Si)64をこの順に形成したものである。一方、図7(b)の構造は、ガラス基板60上に窒化シリコン(SiN)膜62、絶縁膜(SiO<sub>2</sub>)63および非晶質シリコン膜64を形成したもので、非晶質シリコン膜64の下地に金属膜(ニッケル膜61)が存在しないこと以外は同じ構造となっている。

【0019】図9は図7(a)の構造の非晶質シリコン膜64に対してエネルギービームとしてエキシマレーザ（エネルギー；360mJ/cm<sup>2</sup>、パルス幅；30ns、波長308nm）を照射したときの、非晶質シリコン膜64の最表面の温度変化をシミュレーションした結果を表すものである。一方、図10は図7(b)の構造の非晶質シリコン膜64に対して同じエキシマレーザを照射したときの、非晶質シリコン膜64の最表面の温度変化をシミュレーションした結果を表すものである。なお、図8に、各膜の材料のパラメータを示す。

【0020】図9および図10の結果からも明らかなように、エキシマレーザが照射されている間は、非晶質シリコン膜64の温度は融点(a-Si融点)まで急激に上昇し、融点に達すると、そこで融解の潜熱のために上昇の傾斜が一旦なだらかになり、その後再び急速に上昇する。ここで、それぞれ同じエネルギーのエキシマレーザを照射した場合、非晶質シリコン膜64の下地構造によって最高到達温度が異なる。すなわち、非晶質シリコン膜64の下地に金属膜(ニッケル膜61)が存在する場合(図7(a)の構造)には最高到達温度が約2650(K)であるのに対して、下地に金属膜(ニッケル膜61)が存在しない場合(図7(b)の構造)には最高到達温度が約2940(K)であり、下地の構造によって大きく異なる。この最高到達温度の差は、絶縁膜63の厚さが薄くなると、より大きくなる。最高温度に達した後、エキシマレーザの照射が終了すると、図7

(a)、(b)のいずれの構造においても、熱がガラス基板60の方向に広がり、非晶質シリコン膜64の温度が徐々に下がる。そして、シリコンの結晶化の温度(1410℃)に達すると、結晶化の潜熱が出て、ある時間(結晶化時間)は温度が一定となり、その後再び徐々に下がっていく。

【0021】図7(a)、(b)それぞれの構造の非晶質シリコン膜64に対してエキシマレーザを照射する場合、レーザ条件を最適化するためには、同じエネルギーで、各非晶質シリコン膜64の表面の最高到達温度が同じであることが望ましい。このようなことから、本発明者は図11に示したようにガラス基板60上に熱伝導率がよい透明の絶縁膜、例えば窒化アルミニウム(AlN)膜65を成膜することにより、図7(a)の構造と同様の温度条件となり、よって下地の構造(金属膜の有無)にかかわらずシリコン膜の最表面の温度を同じにすることができると考え、図12と図13に示す特性図を実験により求めた。

【0022】図12は図11の構造において、窒化アルミニウム膜65の膜厚を変えたときのシリコン膜64の最表面の最高到達温度とシリコンの結晶化時間を表すものである。すなわち、図12は図11の構造において、シリコン膜64の膜厚を30nm、絶縁膜(SiO<sub>2</sub>)63の膜厚を100nm、窒化シリコン(SiN)膜62の膜厚を50nmにそれぞれ固定し、窒化アルミニウム(AlN)膜65の膜厚を変えて、エキシマレーザを400mJ/cm<sup>2</sup>で照射し、そのときのシリコン膜64の最表面の最高到達温度とシリコンの結晶化時間をシミュレーションした結果を表すものである。図13はエキシマレーザを360mJ/cm<sup>2</sup>で照射し、それ以外は図12の条件と同様としたときのガラス基板60の表面の温度とシリコンの結晶化時間をシミュレーションした結果を表すものである。この結果により、図7(a)の構造と図11の構造において、エネルギービーム照射

によるシリコン膜64の表面の最高到達温度を同じにしてレーザ条件を最適化するためには、図11の構造の窒化アルミニウム膜65の膜厚を図12と図13の結果に応じて設定すればよいことがわかる。

【0023】本発明はこのような結果を利用し、同一の基板上において、金属膜の無い領域に熱伝導率のよい絶縁膜を成膜することにより、膜全体にわたって最高到達温度を同じとして一様に結晶化を行うものである。以下、本発明を薄膜トランジスタの製造方法に適用した例について説明する。

【0024】〔第1の実施の形態〕図1(a)～(c)および図2(a)～(c)、図3(a)～(b)は第1の実施の形態に係る薄膜トランジスタの製造方法を工程順に表すものである。まず、図1(a)に示したように、例えばスパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いたスパッタリング法により基板、例えばガラス基板10上に選択的に膜厚100nmのニッケル(Ni)膜からなるゲート電極11を形成する。次に、再びスパッタリング法により全面に膜厚100nmの窒化アルミニウム膜(AlN)12を成膜する。続いて、全面にフォトリソ膜13を形成する。次に、ゲート電極11をマスクとして裏面露光14を行い、図1(b)に示したようにフォトリソ膜13のパターニングを行う。次いで、フォトリソ膜13およびゲート電極11上の窒化アルミニウム膜12を同時にエッチング除去することにより図1(c)に示したようにガラス基板10上のゲート電極11が形成されていない領域のみに窒化アルミニウム膜12を残す。

【0025】次に、図2(a)に示したように例えば同じくスパッタリングガスとしてヘリウム(He)を用いたスパッタリング法により全面に膜厚例えば50nmの窒化シリコン(SiNx)層15a、引き続き膜厚例えば100nmの二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)層15bを形成して積層構造の絶縁膜15を形成し、続いて、例えばPECVD法により絶縁膜15上に膜厚例えば30nmの非晶質シリコン膜16を連続的に形成する。非晶質シリコン膜16を形成した後、図2(b)に示したように非晶質シリコン膜16上の全面にフォトリソを塗布し、このフォトリソに対してガラス基板10の裏面側から例えばg線(波長436nm)による露光(裏面露光)18を行う。このときゲート電極11がマスクとなりゲート電極11と同じ幅のフォトリソ膜17が自己整合的に形成される。続いて、図2(c)に示したように、フォトリソ膜17をマスクとして例えばプラズマドーピングまたはイオンドーピングによりn型不純物19、例えば燐(P)を非晶質シリコン膜16に導入する。これにより、図3(a)に示したようにソース領域21aおよびドレイン領域21bが形成される。続いて、基板表面からレーザビーム20を照射する。このレーザビーム20の照射により非晶質シリコン膜16

が熔融し、その後、室温に冷却することにより熔融領域が結晶化し、ソース領域21aおよびドレイン領域21bを備えた多結晶シリコン膜21が形成される。ここで、本実施の形態では、金属膜(ゲート電極11)の無い領域に熱伝導率のよい窒化アルミニウム膜12が成膜されているので、前述のように膜表面の最高到達温度がほぼ同じになり、膜全体にわたって一様に結晶化を行うことができる。

【0026】レーザビーム20としては非晶質シリコン膜16が吸収する波長のもの、特にエキシマレーザによるパルスレーザビームを用いることが好ましい。エキシマレーザとしては、XeClエキシマレーザによるパルスレーザビーム(波長308nm)、KrFエキシマレーザによるパルスレーザビーム(波長248nm)やXeFエキシマレーザによるパルスレーザビーム(波長350nm)などが用いられる。

【0027】次に、図3(b)に示したように例えばスパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いたスパッタリング法により多結晶シリコン膜21中のソース領域21aおよびドレイン領域21b上にそれぞれアルミニウム(Al)からなる電極22a、22bを形成する。続いて、水素プラズマ中でプラズマ水素化を行うことにより多結晶シリコン膜21内のチャネル領域21cを水素化してダングリングボンドなどを不活性化させる。

【0028】このように本実施の形態による薄膜トランジスタの製造方法によれば、結晶化のためにレーザビーム20を照射する際に、金属膜(ゲート電極11)の無い領域に予め熱伝導率のよい窒化アルミニウム膜12が成膜されているので、基板の全面に渡って一様に結晶化を行うことができる。従って、膜破壊の虞れがなくなり、プロセスマージンを多くとることができる。

【0029】〔第2の実施の形態〕図4(a)～(c)は本発明の第2の実施の形態に係る薄膜トランジスタの製造方法を工程順に表すものである。本実施の形態では、第1の実施の形態における非晶質シリコン膜16上に二酸化シリコン膜を形成した後、この二酸化シリコン膜上にレジスト膜を形成し、その後裏面露光を行うようにしたものである。なお、図1(a)～(c)、図2(a)～(c)および図3(a)～(b)と同一構成部分については同一符号を付してその説明は省略する。

【0030】すなわち、まず、図4(a)に示したように、非晶質シリコン膜16を形成するまでの工程は第1の実施の形態と同様である。非晶質シリコン膜16を形成した後、例えばPECVD法により、二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)膜30を形成し、この二酸化シリコン膜30上の全面にフォトリソを塗布し、このフォトリソに対してガラス基板10の裏面側から例えばg線(波長436nm)による露光(裏面露光)31を行う。このときゲート電極11がマスクとなりゲート電極11と同じ幅のフォトリソ膜32が自己整合的に形

成される。更に、図4(b)に示したように、このパターンニングされたフォトリソ膜32をマスクとして二酸化シリコン膜30を選択的にエッチングした後、フォトリソ膜32を除去する。続いて、この二酸化シリコン膜30をマスクとして例えばプラズマドーピングまたはイオンドーピングによりn型不純物33、例えば燐(P)を非晶質シリコン膜16に導入する。これにより図4(c)に示したようにソース領域21aおよびドレイン領域21bが形成される。続いて、基板表面からレーザービーム34を照射すると、このレーザービーム34の照射により非晶質シリコン膜16が熔融し、その後、室温に冷却することにより熔融領域が結晶化し、ソース領域21aおよびドレイン領域21bを備えた多結晶シリコン膜21が形成される。以後の工程は第1の実施の形態と同様である。

【0031】このように本実施の形態による薄膜トランジスタの製造方法においても、結晶化のためにレーザービーム34を照射する際に、金属膜(ゲート電極11)の無い領域に予め熱伝導率のよい窒化アルミニウム膜12が成膜されているので、基板の全面に渡って一様に結晶化を行うことができ、膜破壊の虞れがなくなる。更に、第1の実施の形態ではプラズマドーピングまたはイオンドーピングのマスクとしてフォトリソ膜を用いたが、フォトリソ膜は高エネルギーイオンの衝撃によって変質して除去することが難しい場合がある。本実施の形態では、プラズマドーピングまたはイオンドーピングのマスクとして二酸化シリコン膜30を用いているので、除去するのが容易である。

【0032】〔第3の実施の形態〕図5(a)～(c)および図6(a)～(b)は本発明の第3の実施の形態に係る薄膜トランジスタの製造方法を工程順に表すものである。本実施の形態では、第1の実施の形態における窒化アルミニウム膜上にゲート電極を形成する構成としたものである。

【0033】まず、図5(a)に示したように、例えばスパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いたスパッタリング法によりガラス基板40の全面に膜厚100nmの窒化アルミニウム膜41を成膜する。続いて、例えば同じくスパッタリング法により窒化アルミニウム膜41上に膜厚100nmのニッケル(Ni)膜からなるゲート電極42を選択的に形成する。次に、例えば同じくスパッタリングガスとしてヘリウム(He)を用いたスパッタリング法により全面に窒化シリコン(SiNx)層43a、引き続き二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)層43bを形成して積層構造の絶縁膜43を形成し、続いて、例えばPECVD法により絶縁膜43上に非晶質シリコン膜44を連続的に形成する。

【0034】非晶質シリコン膜44を形成した後、例えばPECVD法により、図5(b)に示したように非晶質シリコン膜44上の全面にフォトリソ膜45を形

成する。次に、ゲート電極42をマスクとしてフォトリソ膜45のパターンニングを行う(裏面露光46)。このときゲート電極42がマスクとなり図5(c)に示したようにゲート電極42と同じ幅のフォトリソ膜45が自己整合的に形成される。続いて、図5(c)に示したように、フォトリソ膜45をマスクとして例えばプラズマドーピングまたはイオンドーピングによりn型不純物47、例えば燐(P)を非晶質シリコン膜44に導入する。これにより、図6(a)に示したようにソース領域49aおよびドレイン領域49bが形成される。続いて、基板表面からレーザービーム48を照射する。このレーザービーム48の照射により非晶質シリコン膜44が熔融し、その後、室温に冷却することにより熔融領域が結晶化し、ソース領域49aおよびドレイン領域49bを備えた多結晶シリコン膜49が形成される。ここで、本実施の形態では、ガラス基板40の全面に熱伝導率のよい窒化アルミニウム膜41が成膜されているので、前述のように膜表面の最高到達温度がほぼ同じになり、膜全体にわたって一様に結晶化を行うことができる。

【0035】次に、図6(b)に示したように例えばスパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いたスパッタリング法により多結晶シリコン膜49中のソース領域49aおよびドレイン領域49b上にそれぞれアルミニウム(Al)からなる電極50a、50bを形成する。続いて、水素プラズマ中でプラズマ水素化を行うことにより多結晶シリコン膜49内のチャネル領域49cを水素化してダングリングボンドなどを不活性化させる。

【0036】このように本実施の形態による薄膜トランジスタの製造方法においても、結晶化のためにレーザービーム48を照射する際に、ガラス基板40全面に予め熱伝導率のよい窒化アルミニウム膜41が成膜されているので、基板の全面に渡って一様に結晶化を行うことができ、膜破壊の虞れがなくなる。

【0037】以上実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定するものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態においては、シリコン膜の下地の金属膜をニッケル膜として説明したが、その他の金属膜でもよい。また、熱伝導の良い膜として、上記実施の形態では窒化アルミニウム膜を用いるようにしたが、その他の膜、例えばアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)や二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)、スピネル、酸化マグネシウム、ダイヤモンドライクカーボンなどを用いるようにしてもよい。更に、上記実施の形態においては、非晶質半導体膜としてシリコン膜を用いて説明したが、その他の非晶質膜についてもエネルギービームの照射により結晶化するものであれば適用可能である。また、第2の実施の形態において、不純物ドーピングの際のマスクとしては二酸化シリコン膜以外に窒化シリコン膜などを用いるようにしてもよい。



## 【0038】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし請求項7記載の半導体装置の製造方法によれば、基板上の金属膜に隣接する領域または金属膜の下地領域に、金属膜と実質的に熱伝導が同じ絶縁膜を成膜するようにしたので、均一な膜厚を有する非晶質の半導体膜を結晶化するためにエネルギービームを照射する際、同じエネルギーのビーム照射で半導体膜の全面に渡って一様に結晶化させることができる。従って、膜破壊の虞れが無くなり、プロセスマージンを大きくとることができるという効果を奏する。

【0039】また、請求項6および請求項7記載の半導体装置の製造方法によれば、基板上の金属膜と実質的に熱伝導が同じ絶縁膜を用いることにより、更に薄膜トランジスタの動作中に発生する熱を効率よく基板側に散逸することができ、温度上昇を防ぎ安定な動作を維持できるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜トランジスタの製造方法を工程ごとに表す断面図である。

【図2】図1に続く工程を表す断面図である。

【図3】図2に続く工程を表す断面図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜トランジスタの製造方法を工程ごとに表す断面図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る薄膜トランジスタの製造方法を工程ごとに表す断面図である。

【図6】図5に続く工程を表す断面図である。

【図7】本発明の基本原則を説明するための図であり、(a)はシリコン膜の下地に金属膜が形成された構造、(b)はシリコン膜の下地に金属膜が形成されていない

構造をそれぞれ表す断面図である。

【図8】図7の原理を説明するためのシミュレーションに用いる各材料のパラメータを表す図である。

【図9】図7(a)の構造にレーザービームを照射したときのシリコン膜の温度変化の状態を説明するための特性図である。

【図10】図7(b)の構造にレーザービームを照射したときのシリコン膜の温度変化の状態を説明するための特性図である。

【図11】本発明の基本原則を説明するための図であり、シリコン膜の下地に金属膜が形成されておらず、基板上に熱伝導率がよい透明な絶縁膜が形成された構造を表す断面図である。

【図12】図11の構造で熱伝導率がよい透明な絶縁膜の膜厚に対するシリコン膜の最高到達温度と結晶化時間を表す特性図である。

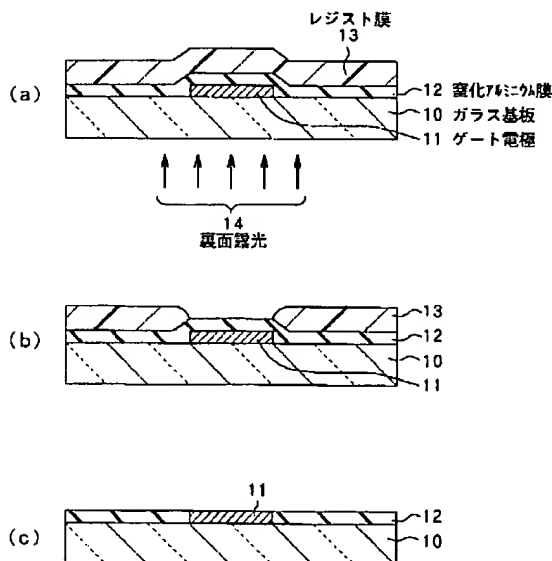
【図13】図11の構造で熱伝導率がよい透明な絶縁膜の膜厚に対するガラス基板の最高到達温度とシリコン膜の結晶化時間を表す特性図である。

【図14】従来の薄膜トランジスタの構造および製造方法を説明するための断面図である。

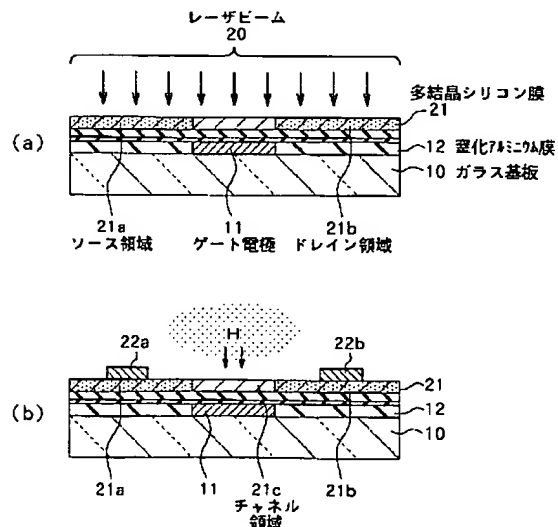
## 【符号の説明】

10、40…ガラス基板、11、42…ゲート電極、12、41…窒化アルミニウム膜、13、45…フォトリソレジスト膜、15、43…絶縁膜、15a、43a…窒化シリコン層、15b、43b…二酸化シリコン層、16、44…非晶質シリコン膜、19、47…n型不純物、20、48…レーザービーム、21、49…多結晶シリコン膜、21a、49a…ソース領域、21b、49b…ドレイン領域、21c、49c…チャネル領域

【図1】

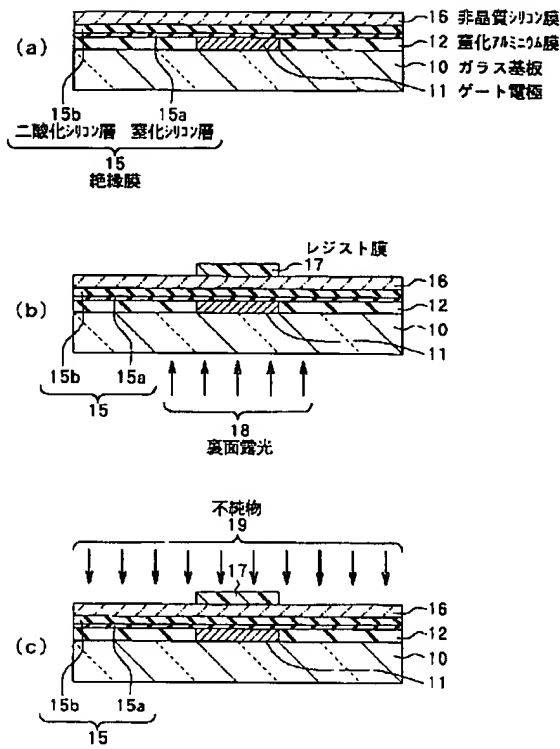


【図3】

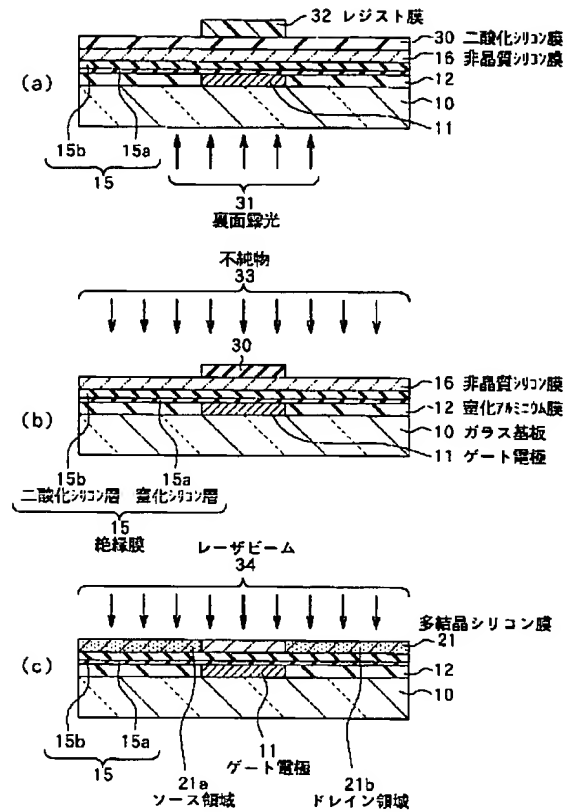




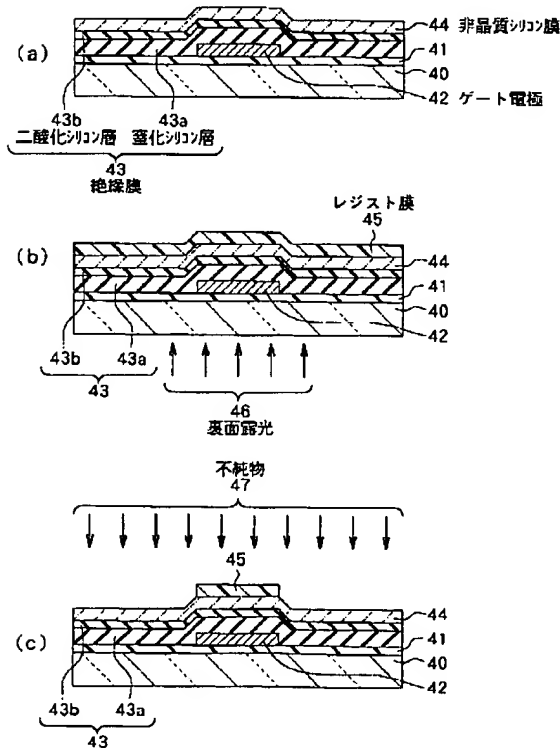
【図2】



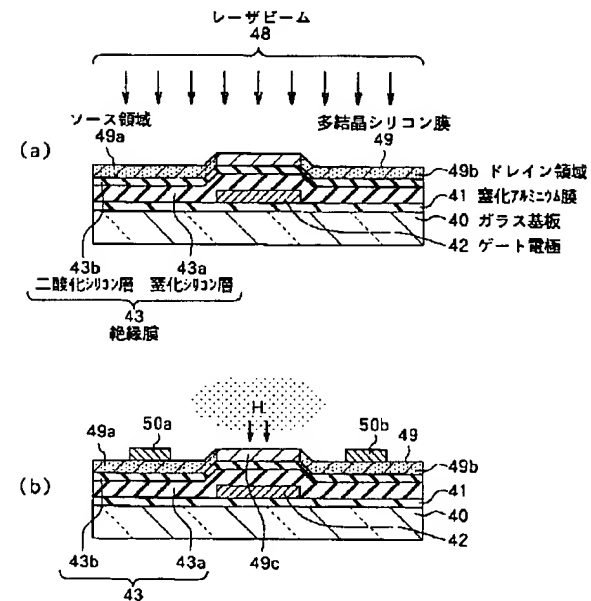
【図4】



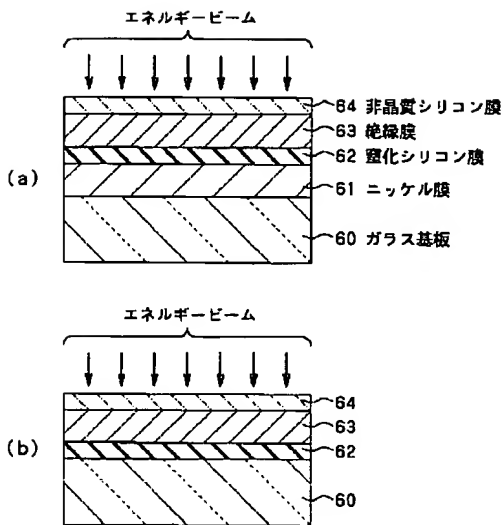
【図5】



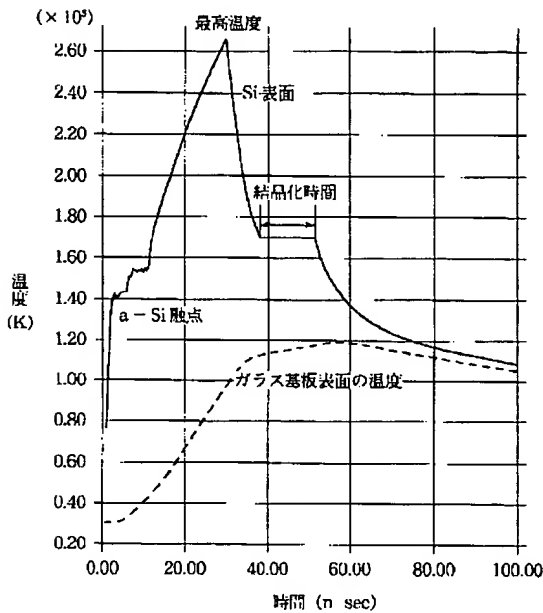
【図6】



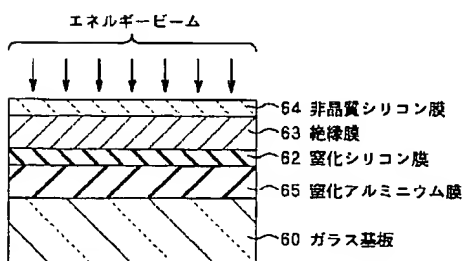
【図7】



【図9】



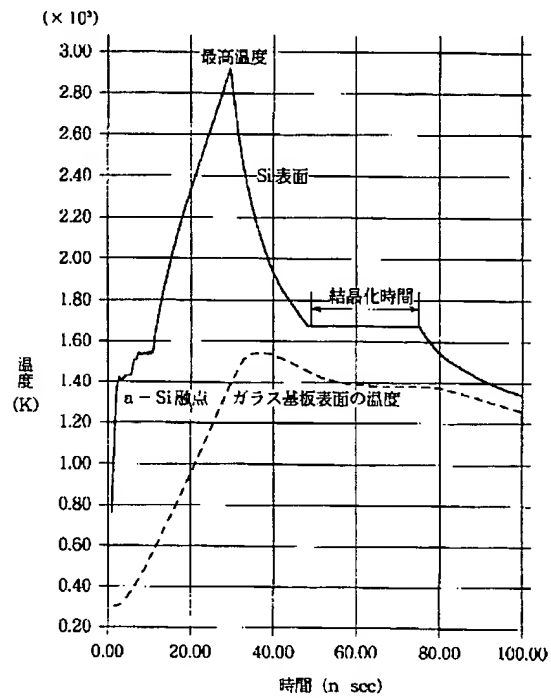
【図11】



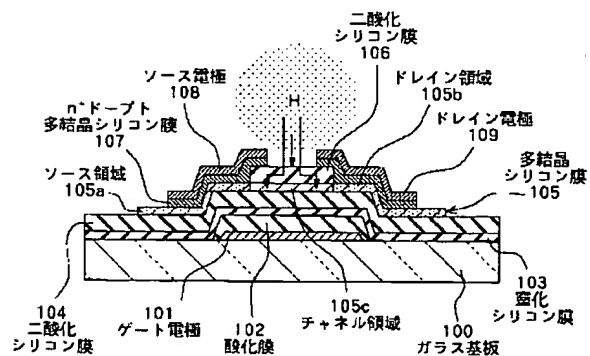
【図8】

材料	熱伝導 (W/cm.K)	比熱 (J/gK)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
a-Si	$1.3 \times 10^{-11}(T-900)^{1/2}$ $1.3 \times 10^{-11}(T-900)^{1/2}$ $1.0 \times 10^{-11}(T-900)^{1/2}$ $1.0 \times 10^{-11}$	$0.952 + 2.496 \times 10^{-4}T$	2.33
SiO <sub>2</sub>	$0.0115 + 1.343 \times 10^{-4}(T-300)$	1.0 (温度依存性を考慮時)	2.27
SiN	0.1 (温度依存性を考慮時)	0.74 (温度依存性を考慮時)	3.2
Ni	0.7 (温度依存性を考慮時)	0.44 (温度依存性を考慮時)	8.90

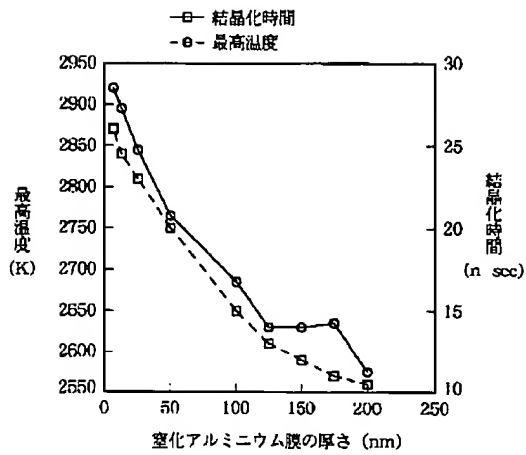
【図10】



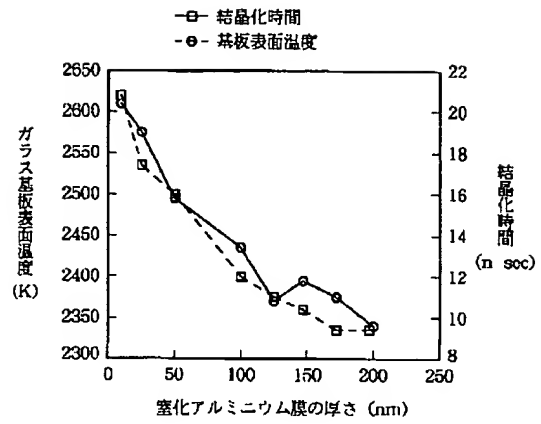
【図14】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 碓井 節夫  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内